INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

(CONVOCATORIA 2011)

(Proyecto ID11/122)

Elaboración de un banco de items y su implementación en la plataforma Studium para la evaluación continua on-line de las asignaturas de Cálculo . Diseño y aplicación de herramientas para el análisis cualitativo de los items.

Datos identificativos del proyecto

Miembros del equipo investigador

Senosiain Aramendia, María Jesús (directora del proyecto)
Maldonado Cordero, Mercedes
Tocino García, Ángel Andrés

Convocatoria

2011

Plazo de ejecución

Septiembre 2011/Junio 2012

Financiación conseguida

180 euros

1. Resumen del proyecto

El punto de partida del trabajo consistió en la planificación del curso y la selección de las preguntas que van a formar parte de los tests que se van a subir a la plataforma. Es decir tener creado un repositorio que se pueda utilizar en el momento necesario dependiendo de la marcha del curso y de la parte de la asignatura en la que se decida incidir. Esta selección debe atender a los contenidos generales reflejados en la memoria de los distintos Grados para las asignaturas. Por otra parte debemos tener en cuenta que aunque algunas de las asignaturas tiene partes comunes (Cálculo diferencial e integral en una variable) También habrá que crear repositorios específicos para las partes no comunes (Cálculo diferencial e integral en varias variable, Ecuaciones diferenciale etc.). Igualmente se intenta crear repositorios lo suficientemente amplios para que o bien el alumno opte por repetir el mismo test con el fin de comprobar la evolución de su aprendizaje, o bien, el sistema elija aleatoriamente preguntas diferentes en cada intento. Al comenzar el curso se comenzaría a subir tests a la plataforma virtual, facilitando el acceso de los estudiantes a los materiales antes mencionados. El banco de items se creó en la plataforma Studium y está asociado a la categoría **R2012** consta en la actualidad con 255 items, que se irá ampliando en los años sucesivos teniendo en cuenta la experiencia de este primer año.

Posteriormente se dan ejemplos de algunos de los items, que como se puede ver en esta memoria (entre paréntesis) tiene una frase de retroalimentación para ayudar a la autoevaluación del alumno y a mejorar sus conocimientos con vistas a las pruebas escritas y exposiciones que representan la evaluación de las distintas asignaturas.

Respecto al análisis y la depuración de los items se adjunta como ejemplo el análisis de un item llevado a cabo en la asignatura Matemáticas II del Grado en Ingeniería Química.

Para la confección de los items de elección múltiple se tuvieron en cuenta las recomendaciones de distintas bibliografías (por ejemplo el libro Teoría clásica de los test de J. Muñiz en ed. Pirámide) como son

- Cada item debe ir dirigido a evaluar un sólo concepto.
- Las alternativas incorrectas no deben ser irrelevantes.
- La ubicación de la alternativa correcta debe estar al azar.
- Los materiales en un item no deben dar pistas para otros items.
- No repetir palabras o expresiones para cada alternativa si se pueden incluir en el enunciado general.
- Las alternativas incorrectas o distractores deben ser plausibles para quien no conoce la respuesta correcta.
- Utilizar entre tres y cuatro alternativas para evitar el efecto del azar.
- Expresar la alternativa correcta con el mismo detalle que las incorrectas.
- No utilizar expresiones como ”todas las anteriores.º ”ninguna de las anteriores”.
- Todas las alternativas deben ser lo más homogéneas posibles.

Calendario de actuaciones

Puestro que las asignaturas de Cálculo (con distintas denominaciones según los grados) están la mayoría en el segundo cuatrimestre durante los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre se creó el banco de items se probó en la plataforma y se exportó a distintas asignaturas para crear en el momento oportuno los cuestionarios. A lo largo de los meses de febrero, marzo y abril se fueron depurando los items (cambiando alguna respuesta si no era eficiente o incluso parte del enunciado si el indice de eficiencia se demostraba negativo) conforme los alumnos respondían de forma voluntaria (por este año) a los distimtos cuestionarios que se han subido a la plataforma Studium.

A continuación se presentan algunos de los items en el repositorio separados según los distintos temas que componen las aisgnaturas en los que se ha implementado (por ejemplo: https://moodle.usal.es/course/view.php?id=7978 y https://moodle.usal.es/course/view.php?id=7977).

Límites y Continuidad

1. $\lim_{x\to+\infty} \frac{2x-1}{3-10x}$ vale

   a) 0 (Vuelva a repasar el cálculo efectivo de límites)

   b) $-\infty$ (Vuelva a repasar el cálculo efectivo de límites)

   c) $-1/5$ (Exacto)

   d) $-1/3$ (Vuelva a repasar el cálculo efectivo de límites)

2. $\lim_{x\to-\infty} \frac{\sqrt{x^2+1}}{2x+1}$ vale

   a) 0 (Vuelva a repasar el cálculo efectivo de límites

   b) $-\infty$ (Vuelva a repasar el cálculo efectivo de límites)

   c) $1/2$ (Exacto)

   d) 1 (Vuelva a repasar el cálculo efectivo de límites)

3. $\lim_{x\to-\infty} \frac{1+2e^x}{4+e^x}$ vale

   a) $1/4$ (Exacto)

   b) $+\infty$ (Vuelva a repasar el cálculo efectivo de límites)

   c) 0 (Vuelva a repasar el cálculo efectivo de límites)

   d) 2 (Vuelva a repasar el cálculo efectivo de límites)

4. $\lim_{x\to+\infty} e^{1/x}$ vale

   a) 0 (Vuelva a repasar propiedades de la exponencial) *b*) $+\infty$ (Vuelva a repasar propiedades de la exponencial)

c) 1 (Exacto)

d) $-\infty$ (Vuelva a repasar propiedades de la exponencial)

5. $\lim_{x \to 0^-} e^{1/x}$ vale

a) 0 (Exacto)

b) $+\infty$ (Vuelva a repasar propiedades de la exponencial)

c) 1 (Vuelva a repasar propiedades de la exponencial)

d) $-\infty$ (Vuelva a repasar propiedades de la exponencial)

6. Dar el valor de a para que $\lim_{x \to a} (5e^{1/x} + 2) = 2$

a) 0 (Vuelva a repasar límites laterales)

b) 0^+ (Vuelva a repasar límites laterales)

c) 0^- (Exacto)

d) $-\infty$ (Vuelva a repasar límites laterales)

7. Decir el número de raíces de la ecuación $e^{-x^2} = x^2 - 1$ en el intervalo $(-\infty, +\infty)$.

a) No se sabe. (Vuelva a repasar el Teorema de Bolzano)

b) Ninguna. (Vuelva a repasar el Teorema de Bolzano)

c) 1 (Vuelva a repasar el Teorema de Bolzano)

d) 2 (Exacto)

Derivadas

1. Si $y = f(x)$ es una función polinomial de grado 3, entonces $\frac{d^4}{dx^4} f(x)$ es

a) 0 (Exacto)

b) 1 (Vuelva a repasar las reglas de derivación)

c) No tiene. (Vuelva a repasar las reglas de derivación)

d) 1 (Vuelva a repasar las reglas de derivación)

2. Decir cuantos puntos de inflexión, como máximo, puede tener la gráfica de un polinomio de grado 3

   a) 2 (Repase la definición de punto de inflexión y su relación con las derivadas de la función)

   b) 0 (Repase la definición de punto de inflexión y su relación con las derivadas de la función)

   c) 3 (Repase la definición de punto de inflexión y su relación con las derivadas de la función)

   d) 1 (Bien)

3. Dos números no negativos cuya suma es 8 y tales que la suma de sus cuadrados sea mínima son

   a) $x = y = 4$ (Exacto)

   b) $x = 3\,, y = 5$ (Repasa los condiciones sobre las derivadas para la existencia y caracterización de extremos)

   c) $x = 5\,, y = 3$ (Repasa los condiciones sobre las derivadas para la existencia y caracterización de extremos)

4. $\lim_{x\to\infty} \frac{x^n}{e^x}$, para cualquier n, vale

   a) 0 (Exacto)

   b) $+\infty$ (Repase la regla de l'Hôpital y propiedades de la exponencial)

   c) 1 (Repase la regla de l'Hôpital y propiedades de la exponencial)

   d) $-\infty$ (Repase la regla de l'Hôpital y propiedades de la exponencial)

5. Los extremos relativos de $f(x) = 2x^3 + 3x^2 - 36x$ son

   a) Mínimo 2 , máximo -3 (Exacto)

   b) Mínimo 2 , máximo 3 (Repase las definiciones y la caracterización de los extremos)

   c) Mínimo 2 , máximo 0 (Repase las definiciones y la caracterización de los extremos)

6. Para $f(x) = \frac{1}{1-3x}$ la razón de cambio instantanea de f' es

   a) 3 (Es la razón de cambio de f' no de f)

   b) $+\infty$ (Repase derivadas y límites)

   c) 18 (Exacto)

   d) 0 (Repase derivadas y límites)

7. Si $f(2) = 1, f'(2) = 5, g(2) = 2$ y $g'(2) = -3$, entoces $\left(\frac{x^2 f(x)}{g(x)}\right)'$ en $x = 2$ vale

   a) 15. (Exacto)

   b) 30. (Repase las reglas de derivación)

   c) 1 (Repase las reglas de derivación)

   d) 0 (Repase las reglas de derivación)

8. Si $f(x) = \log|2x-4|$ el dominio de f' es

   a) $\{x \in (-\infty, +\infty) : 2x - 4 > 0\}$. (Repase el dominio de la función logaritmo y su derivada)

   b) $(-\infty, +\infty) - \{2\}$ (Exacto)

   c) $\{x \in (-\infty, +\infty) : 2x - 4 \geq 0\}$. (Repase el dominio de la función logaritmo y su derivada)

   d) $\{x \in (-\infty, +\infty) : 2x - 4 < 0\}$. (Repase el dominio de la función logaritmo y su derivada)

Integrales

1. $\frac{d}{dx}\int_{5x}^{\sqrt{x}} e^{-t^2} dt$ es

   a) e^{-t^2} no tiene primitivas. (Repasa el teorema del cambio de variable)

   b) $e^{-x} - e^{-25x^2}$. (Repasa el teorema del cambio de variable)

   c) $\frac{e^{-x}}{2\sqrt{x}} - 5e^{-25x^2}$ (Exacto)

2. Si $\int_0^6 f(x) = 11$ y $\int_0^4 f(x) = 15$, entonces $\int_4^6 f(x)$ es

   a) No puedo saberlo. (Repasa las propiedades de la integral)

   b) 26 (Repasa las propiedades de la integral)

   c) -4 (Exacto)

3. $\int \cos(x)\log(\sin(x))$ es

   a) $\cos(x)(\log(\sin(x)) - 1)$. (Repasa el cambio de variable y la regla de integración por partes)

   b) $\cos(x)(\log(\sin(x)) + 1)$. (Repasa el cambio de variable y la regla de integración por partes)

   c) $\sin(x)(\log(\sin(x)) - 1)$. (Exacto)

4. $\int_0^x e^{-2t} = \int_x^{+\infty} e^{-2t}$para $x =$

   a) Ningun valor lo cumple. (Repasa las reglas de integración)

   b) 0 (Repasa las reglas de integración)

   c) $x = \frac{\log(2)}{2}$. (Exacto)

5. $\int_0^{+\infty} e^{-5t}$ es

   a) No converge. (Repasa las reglas de integración y la convergencia de integrales impropias)

   b) 0 (Repasa las reglas de integración y la convergencia de integrales impropias)

   c) 1/5 (Exacto)

6. Si $\int_0^{+\infty} e^{-x^2} = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$, entonces $\int_0^{+\infty} \frac{e^{-x}}{\sqrt{x}}$ vale

   a) No converge. (Repasa el cambio de variable y la convergencia de integrales impropias)

   b) $\frac{\sqrt{\pi}}{2}$. (Repasa el cambio de variable y la convergencia de integrales impropias)

   c) $\sqrt{\pi}$. (Exacto)

7. Si $\int f(x) = \frac{\log^2(x)}{2} + C$, entonces f(x) es

   a) $\log(x)$. (Repase las reglas de derivación)

   b) $\frac{\log(x)}{x}$. (Exacto)

   c) $\frac{1}{x}$ (Repase las reglas de derivación)

8. Si g es diferenciable, entonces $\frac{d}{dx}\int_{g(x)}^{b} f(t)\,dt$ es

   a) $f(g(x))g'(x)$. (Repasa el teorema del cambio de variable)

   b) $f(g(x))$ (Repasa el teorema del cambio de variable)

   c) $-f(g(x))g'(x)$. (Exacto)

Ecuaciones diferenciales

1. Si $P(t) = P_0 e^{0,16t}$ proporciona la población en un entorno en el instante t, entonces $P(t)$ satisface el problema de valor inicial

   a) $\frac{dP}{dt} = 0,16P,\ P(0) = P_0$. (Exacto)

   b) $\frac{dP}{dt} = 0,16t,\ P(0) = P_0$. (Resuelve la ecuaución diferencial de la solución que has elegido y comprueba)

   c) $\frac{dP}{dt} = 0,16P,\ P(0) = 1$. (Resuelve la ecuaución diferencial de la solución que has elegido y comprueba la constante de integración)

2. Si una población ($\frac{dP}{dt} = kP$) inicial de bacterias P_0 se duplica en 2 horas, entonces el número de bacterias al cabo de 32 horas será:

   a) $P_0 e^{16\log(2)}$. (Exacto)

   b) $P_0 e^{16}$. (Vuelve a resolver la ecuación diferencial)

   c) $P_0 e^{32\log(2)}$. (Vuelve a resolver la ecuación diferencial)

3. Un factor integrante para la ecuación diferencial $y' - y = e^{3x}$ es

   a) e^{x}. (Repasa la definición de ecuación exacta y como calcular factores integrantes en casos sencillos)

   b) e^{-x}. (Exacto)

c) xe^{-x}. (Repasa la definición de ecuación exacta y como calcular factores integrantes en casos sencillos)

4. El orden de la ecuación diferencial $(y'')^3 + y^4 = 1$ es

   a) 4. (Repasa la definición de orden de una ecuación diferencial)

   b) 3 (Repasa la definición de orden de una ecuación diferencial)

   c) 2. (Exacto)

5. ¿Cuál de las siguientes ecuaciones diferenciales es de variables separadas y lineal? (contesta dando el número sin paréntesis)

   1) $y' = y$

   2)$xy' = y^2$

   3)$y' + y = e^x$

   4)$(y')2 + y = 4$

   a) 1. (Exacto)

   b) 2. (Repasa la definición de variables separadas y de lineal)

   c) 3. (Repasa la definición de variables separadas y de lineal)

   d) 4. (Repasa la definición de variables separadas y de lineal)

6. Si $\int_0^{+\infty} e^{-x^2} = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$, entonces $\int_0^{+\infty} \frac{e^{-x}}{\sqrt{x}}$ vale

   a) No.(Para que una solución sea creciente su derivada debe ser mayor que 0 en

   $$(-\infty, +\infty)$$

   que es lo que nos dice la propia ecuación diferencial)

   b) No se puede saber. (Para que una solución sea creciente su derivada debe ser mayor que 0 en

   $$(-\infty, +\infty)$$

   que es lo que nos dice la propia ecuación diferencial)

   c) Si. (Exacto)

Índices de diferenciación

La respuesta de un grupo de alumnos a un ítem de una prueba de instrucción permite dividir a dicho grupo en dos subconjuntos: el formado por los que emiten una respuesta acertada y el que integra a los que contestan erróneamente.

En el caso de que el conjunto de ítems de la prueba sea una muestra representativa de la población de ítems que permite recabar información acerca de los contenidos del programa o unidad cuyo grado de adquisición por el alumno se está "midiendo", se comete un error de un nivel de significación aceptable tomando como estimador el "stock"de conocimientos del alumno, es decir, la puntuación de éste en el conjunto de la prueba . Así pues, en adelante, se aceptará la nota de cada alumno en el test completo como medida válida y fiable de sus conocimientos.

Un primer criterio para valorar las diferenciaciones que opera un ítem entre los alumnos consiste en considerar como acertadas aquellas diferenciaciones proporcionadas por parejas de alumnos en las que la respuesta válida pertenece al alumno de mayor puntuación en el conjunto de la prueba y erróneas aquellas para las que la respuesta buena corresponda a los alumnos de menor o igual puntuación de conjunto. Este criterio se denomina del 100 por cien por intervenir la totalidad de los alumnos en las comparaciones.

Es bien conocido el procedimiento que consiste en dividir al conjunto de alumnos en tres grupos: el llamado grupo superior, formado por el 27 por ciento de los alumnos que mejor nota obtuvieron en la prueba; el grupo inferior, formado por el 27 por ciento de los alumnos que menos nota obtuvieron en la prueba y el grupo formado por el 46 por ciento restante, y comparar a cada alumno del grupo superior con cada alumno del grupo inferior. Los elementos de cada pareja serán diferenciados por el ítem si uno de ellos contesta bien y el otro no. Este criterio se denomina criterio de diferenciación del 27 por ciento.

En ambos criterios, el del 100 y el del 27 el número de diferenciaciones acertadas y erróneas servirá para definir el índice de discriminación o de diferenciación. Entonces, cada criterio de elección de parejas comparables determina un número diferente de diferenciaciones acertadas y erróneas, así como un número máximo de diferenciaciones por ítem, que será igual al mayor número de pares acierto-fallo que se puedan formar con dicho criterio. Puesto que éste es, al menos teóricamente, el límite superior de las diferenciaciones que produce un ítem, es natural definir el índice de discriminación o de diferenciación de un ítem como el cociente:

$$I_D = \frac{D_c - D_i}{D_M},$$

donde D_c designa el número de diferenciaciones correctas, D_i el número de diferenciaciones incorrectas y D_M el número máximo posible de diferenciaciones. Puesto que en ejemplo propuesto se hace intervenir a la totalidad de los alumnos, el índice obtenido en este caso se denomina índice de discriminación o de diferenciación con el 100 por cien que es el que nosotros vamos a usar.

De acuerdo con lo planteado y en el caso de que un grupo de N alumnos haya realizado la prueba completa, al estudiar sus resultados en un ítem particular, el conjunto de todos las pares posibles formados por alumnos diferentes (donde no interviene el orden en que se tome cada par) tiene $N(N-1)/2$ elementos y queda dividido en dos subconjuntos: el constituido por los pares cuyos integrantes no resultan diferenciados, ya sea porque ambos contestas bien o mal al ítem, y el que está constituido por los pares cuyos elementos sí resultan diferenciados. El total de los pares formados por un fallo y un acierto es el número de diferenciaciones efectuadas por el ítem, cuyo valor será

$$D = A \cdot E$$

donde A es el número de alumnos que contestan bien el item y E el número de los que fallan.

(a) La diferenciación es válida si la buena respuesta corresponde al de mayor puntuación en la prueba.

(b) La diferenciación es errónea si el que contesta bien tiene menor o igual puntuación en la prueba.

Esto lleva a clasificar a los alumnos en categorías según su puntuación en el test. Asignando un 1 al acierto y un 0 al fallo. Si se denota por n_k al número de alumnos que forman la categoría C_k , por A_k al número de alumnos de la categoría C_k que aciertan el ítem y por E_k al número de alumnos de la categoría C_k que fallan el ítem, se tendrá que un alumno que pertenezca a la categoría C_k y acierte el ítem producirá $E_{k-1} + E_{k-2} + E_1$ diferenciaciones válidas. Se obtiene así que el número de diferenciaciones válidas producidas por el ítem es:

$$D_c = A_m(E_{m-1}+E_{m-2}+\cdots+E_1)+A_{m-1}(E_{m-2}+E_{m-3}+\cdots+E_1)+\cdots A_1E_1.$$

De modo similar, podría calcularse el número de diferenciaciones erróneas,D_i . Es, sin embargo, más sencillo obtenerlo a partir de la igualdad $D = D_c+D_i$, ya que D y D_c ya han sido calculados. Para completar la fórmula sólo resta disponer de los valores de D_M, el número máximo de diferenciaciones que podría aportar un ítem. Cuando N es par este máximo ocurriría si la mitad de los alumnos contestasen bien y la otra mitad mal, por lo que

$$D_M = \frac{N^2}{4};$$

y si es impar ocurre si hay un alumno de diferencia entre el número de elementos del grupo de los que contestan bien y el de los que lo hacen mal, por lo que

$$D_M = \frac{N^2-1}{4}.$$

Índices de eficacia

El índice de diferenciación se revela insuficiente para apreciar la calidad de un ítem como consecuencia de su propia definición, pues el número máximo teórico de diferenciaciones,D_M no es, en general, alcanzable por un ítem particular.

Cuando se aplica el criterio del 100 por cien a un ítem de un test, el número de diferenciaciones que produce el ítem es función de su índice de dificultad, $p = A/N$, ya que

$$D = A \cdot E = N^2p(1-p),$$

por lo que, determinado éste, queda completamente determinado el número de diferenciaciones; por lo tanto la calidad (valorada considerando su sensibilidad para apreciar diferencias en el nivel instructivo de los alumnos en la materia a la que se refiere) de un ítem depende de su capacidad para producir diferenciaciones acertadas dentro de ese número fijo de diferenciaciones posibles. Lo que explica que no proceda, como es habitual, inferir la validez de construcción de un ítem del valor de su índice de diferenciación, sino del cociente entre este índice y su índice de diferenciación máximo. Esta nueva razón se denotará I_E y será denominada índice de eficacia del ítem que puede expresarse como:

$$I_E = \frac{D_c - D_i}{D_c + D_i}.$$

Índice de eficacia generalizado

En la definición de los índices presentados se han seguido procesos similares. En esta sección se dará una forma general de definir índices de eficacia. La regla general para la formulación de un criterio para evaluar diferenciaciones consiste en:

1. Separar a los alumnos en categorías .
2. Ordenar de modo creciente dichas categorías;
3. Establecer un criterio que determine qué alumnos son comparados, según pertenezcan a una u otra categoría (en el caso del 100 por cien cada alumno se compara con los de todas las categorías.
4. Decidir, en función de la categoría de los integrantes de cada pareja que produce una diferenciación, si ésta es acertada o errónea.
5. Establecer el número máximo teórico de diferenciaciones que el ítem puede establecer, D_M, que será igual al mayor número de pares acierto-fallo que se puedan formar con dicho criterio.
6. Definir el índice de discriminación o diferenciación de un ítem como el cociente:
$$I_D = \frac{D_c - D_i}{D_M}.$$
7. Establecer la distribución óptima para cada índice de dificultad. Corresponderá a la distribución de sus aciertos y sus fallos de manera

ordenada en el sentido de que ninguna categoría contiene un acierto si hay otra superior que contiene un fallo. Se denotará D_P al número de diferenciaciones de la distribución óptima.

8. Definir el índice de eficacia de un ítem como el cociente

$$I_E = \frac{D_c - D_i}{D_P}.$$

Presentamos, como ya se dijo, un ejemplo obtenido de analizar uno de los cuerstionarios implementados en Studium.

Ejemplo

El cuestionario lo respondieron 55 alumnos ($N = 55$) acertaron el item a evaluar 30 ($A = 30$), tenemos por tanto, un item con índice de dificultad $p = A/N = 30/55$. Dividimos, por sencillez, a los alumnos en 5 ($r = 5$ es el número de categorías) categorias compuestas de 11 alumnos cada una. La tabla de categorías nos queda

C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
0	1	0	0	1
0	0	1	1	1
0	0	1	1	1
0	1	1	1	1
0	1	0	1	1
0	0	0	0	1
0	0	1	1	1
0	1	1	1	1
0	0	0	1	1
0	0	1	1	1
0	0	0	1	1

Se llama categoría de transicion C_s a la que cumple que, siendo n_i el número de alumnos en cada categoría (en este caso todos los $n_i = 11$)

$$n_{s+1} + n_{s+2} + \cdots + n_5 < A \quad \text{y} \quad n_s + n_{s+1} + n_{s+2} + \cdots + n_5 \geq A,$$

denotamos por a_s el número de aciertos y por e_s el de fallos de la categoría C_s de la distribución óptima, es decir como $n_i = n = 11$ haciendo la cuenta

$$\frac{A}{n} = d + \frac{R}{n}$$

1. si $0 < R < n$ la categoría de transición es la de índice $s = r - d$ y sus aciertos de la distribución óptma son$a_s = R$.

2. si $R = 0$ entonces $s = r - d + 1$ y $a_s = n$.

   Obtengamos ahora el índice de eficacia de nuestro ejemplo. $N = 55$, $r = 5$, $n_i = 11$ y $A = 30$, $E = 25$. La categoría de transición es $s = 3$ con $a_s = 8$ y $e_s = 3$.

   Se comparan las respuestas de todos los alumnos entre sí. Si la categoría del que acierta es superior a la del que falla, la discriminación es acertada. En caso contrario (categoría igual o inferior) es errónea. Se tiene así que el número de diferenciaciones acertadas es

   $$D_c = E_1(A_2 + A_3 + \cdots + A_5) + E_2(A_3 + \cdots + A_5) + \cdots + E_4A_5 = 634,$$

   y el número de diferenciaciones erróneas es

   $$D_i = E_1A_1 + E_2(A_1 + A_2) + \cdots + E_5(A_1 + A_2 + \cdots + A_5) = 116,$$

   En este caso es evidente que, fijado el número de aciertos (que es lo mismo que fijar el índice de dificultad), el número de diferenciaciones efectuadas por el ítem es fijo y viene dado por $D_P = A \cdot E = 750$, y como N es impar $D_M = \frac{N^2-1}{4} = 756$.

   Por lo que

   $$I_D = 0,67,\ I_E = 0,69$$

   . Lo que nos da un buen índice de eficacia.

Resultados observados sobre la docencia

- Facilitar la planificación docente ya que permite a los alumnos una autoevaluación de cada bloque teórico y práctico.

- Aumentar el interés del alumno por el trabajo personal y autónomo.
- Al usar retroalimentación para las respuestas en cada item al alumno se le indica que parte debe repasar o usar para responder correctamente lo que le proporciona mecanismos para asimilar y estudiar la asignatura.
- El alumno dispone de una herramienta de estudio que se adapta a su horario, con lo que puede usarla en el momento que considere oportuno.
- Cuando el profesor repasa los resultados y el informe de cada test puede ver donde hay más fallos y por tanto insistir o clarificar los temas mas arduos para el alumno.
- En cierta forma permite un seguimiento continuado del trabajo y evolución del alumno ya que en las asignaturas impartidas (Matemáticas II del Grado en Ingeniería Química y Cálculo del Grado en Ingeniería Informática entre otras) el número de alumnos está en una horquilla que va de 90 a 108, por lo que la .evaluación continua"se reduce a controles (2 o 3) en horas de clase y exposiciones en grupos.

Futuro

En este curso no se ha utilizado como parte de la nota de evaluación continua ya que la idea era preparar el repositorio y evaluar el funcionamiento de los cuestionarios con lo que los cuestionarios han estado abiertos desde la finalización del bloque temático al que correspondían hasta el examen de recuperación. Nuestra idea es que el próximo curso pasen a formar parte de la evaluación continua dando un tiempo para hacer el cuestionario y sólo un intento.